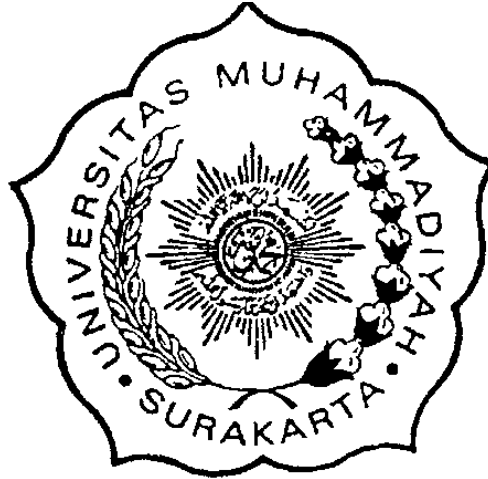


PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK DAN AIR BERSIH GEDUNG AL MA'HAD UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

ANDI TRIYANTO

D 400 130 026

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG AL MA'HAD UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



ANDI TRIYANTO

D 400 130 026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Hasyim Asy'ari, S.T., M.T

NIK.981

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DAN AIR BERSIH GEDUNG AL MA'HAD UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

OLEH

ANDI TRIYANTO

D 400 130 026

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 30 Januari 2017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. HasyimAsy'ari, S.T., M.T

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir.Jatmiko, M.T

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Agus Supardi, S.T., MT

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK.682




PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 30 Januari 2017

Penulis



ANDI TRIYANTO
D 400 130 026

PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK DAN AIR BERSIH GEDUNG AL MA'HAD UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Abstrak

Gedung AL MA'HAD UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA merupakan gedung yang berfungsi untuk kegiatan perkuliahan. Dalam rangka memenuhi kebutuhan fasilitas belajar dan mengajar fasilitas penunjang sangat penting diantaranya energi listrik. Kebutuhan itu meliputi instalasi penerangan, pendingin ruangan dan *water pump*. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan perencanaan yang matang pada instalasi listrik berdasarkan pada harga yang ekonomis. Pemasangan instalasi listrik yang benar akan mengurangi resiko terjadinya masalah pada beban terutama peralatan elektronik. Perancangan instalasi listrik. Gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki luas gedung 750 m^2 dengan tinggi mencapai 13,5 m dan terdapat 3 lantai yang terdiri dari beberapa ruang, dibutuhkan perhitungan dan perencanaan yang baik dan benar agar pembagian beban bisa seimbang. Sehingga tidak menimbulkan terjadinya *over current* pada salah satu *phase* karena sebagian beban menggunakan layanan listrik dari PLN 3 *phase*. Untuk *single line diagram* perencanaan instalasi pada gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan program AutoCAD. Sedangkan untuk perhitungan penghantar, pengaman utama, jumlah kebutuhan daya listrik, digunakan perhitungan secara manual. Perhitungan ini juga digunakan untuk menentukan volume *ground tank* dan *roof tank*. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa total daya semu (S) yang dibutuhkan sebesar 192412,5 VA dengan pengaman utama MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 *phase* sebesar 125A dan penghantar utama NYY 4 x 35 mm². Volume *ground tank* mencapai 60,72 m³ dengan *otonom day* selama 2 hari. Sedangkan volume *roof tank* untuk menampung selama 30 menit mencapai 8,91 m³.

Kata Kunci : Instalasi Listrik, Pengaman Utama, *Ground Tank*, *Roof Tank*.

Abstract

Building AL Ma'had University of Muhammadiyah Surakarta is a building that serves as a place where there should be lecturing activities supporting facilities. In order to meet the needs of educational facilities, teaching and learning of this building can not be separated from the electrical energy needs, especially the installation of lighting, air conditioner and the *water pump* as a support convenience to the users of the building. we need a reliable design calculations on electrical installations and also based on the lower price. The presence of the electrical installation that will add safety and comfort for users of the building. The design of this installation aims to create diagrams of electrical installation planning of buildings Al Ma'had University of Muhammadiyah Surakarta using AutoCAD program to make *single line diagram*. As for determining the conductor, ultimate safety, amount of electrical power requirements, use manual calculation. This calculation is also used to determine the volume of ground tank and roof tank. The results show that planning of the amount apparent power (S) required is 192412,5 VA with ultimate safety. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 *phase* by 125A and use conductor NYY 4 x 35 mm². Volume reached 60,72 m³, ground tank with autonomous day for 2 days while the roof tank volume to accommodate for 30 minutes reach 8.91 m³.

Keywords: Electricity Installation, Main safety, Ground Tank, Roof Tank.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan belajar mengajar yang merupakan aspek penting dalam kehidupan beragama dan bermasyarakat. Untuk itu, pihak Universitas Muhammadiyah Surakarta memberikan fasilitas kegiatan belajar mengajar dalam kehidupan beragama dan bermasyarakat. Sehingga dalam memberikan fasilitas perlu adanya kenyamanan dan keamanan sehingga dapat tercapai kegiatan belajar mengajar yang dapat terpenuhi kewajiban antara dosen dan mahasiswa. Hal ini adalah salah satu program muhammadiyah dalam menciptakan generasi yang berwawasan dan berlandaskan islam. Sejak jaman tercetusnya muhammadiyah pendidikan mulai menjadi hal penting guna menunjang kehidupan sehingga mendorong adanya fasilitas yang memadai. Maka dengan ini “Universitas Muhammadiyah Surakarta” membangun gedung baru “Al ma’had” yang dilengkapi dengan fasilitas yang nyaman bagi masyarakat yang melanjutkan pendidikannya ke jenjang perkuliahan.

Seiring perkembangan jaman listrik menjadi kebutuhan yang tidak terlepas dari kehidupan sehari-hari hal ini terbukti bahwa mulai dari rumah tangga hingga fasilitas umum menggunakan energi listrik. Dalam memanfaatkan listrik perlu adanya pemasangan yang benar dan aman seperti diameter penghantar, pengaman arus listrik dan sebagainya agar tidak menimbulkan arus hubung singkat pada jaringan listrik yang menimbulkan ketidaknyamanan pengguna fasilitas gedung tersebut.

Pembangunan gedung ini tidak lepas dari energi listrik khususnya instalasi penerangan, pendingin ruangan, dan *water pump* untuk kebutuhan pengguna gedung tersebut. Maka dari itu diperlukan perhitungan dan perencanaan instalasi listrik yang aman sesuai dengan standar yang ada agar tercipta suasana aman dan nyaman dalam kegiatan perkuliahan.

“Formalized knowledge representation for spatial conflict coordination of mechanical, electrical and plumbing (MEP) systems in new building projects”, Berbagai kendala keahlian dan persyaratan distribusi, koordinasi mekanis, kelistrikan dan pemipaan (MEP). Representasi perancangan menampilkan struktur formal untuk menghindari kesalahan koordinasi *managemen*, dan yang lebih penting lagi untuk menambah pengetahuan pengambilan keputusan. (Wang lie & Liette Vernanda, 2016).

1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas perumusan masalah terbagi menjadi beberapa hal yaitu :

- 1) Berapa kapasitas listrik yang di butuhkan untuk memenuhi kebutuhan semua jenis beban pada gedung Al Ma’had Universitas Muhammadiyah Surakarta?
- 2) Bagaimana menentukan kapasitas *ground tank* dan *roof tank*?

1.2 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini agar sesuai dengan sasaran dan tujuan yang diharapkan, untuk itu dalam penyusunan ini perlu adanya membatasi masalah. Adapun batasan dari masalah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan jumlah titik lampu dengan menggunakan perhitungan rumus titik lampu.
- 2) Sistem instalasi listrik mengacu pada peraturan standarisasi terkait (PUIL 2011).
- 3) *Line diagram* dibuat menggunakan program AutoCad.

1.3 Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini terbagi menjadi 3 tujuan, yaitu :

- 1) Merencanakan pembuatan *line diagram* instalasi listrik menggunakan program AutoCAD.
- 2) Menghitung kapasitas penghantar dan pengaman utama.
- 3) Menentukan kapasitas *ground tank* dan *roof tank* dengan rumus perhitungan manual.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, akan memberikan sebuah manfaat penelitian diantara lain adalah :

- 1) Memberikan ilmu pengetahuan di bidang elektro. Terutama pada gedung ketenagalistrikan pada perancangan instalasi listrik.
- 2) Dapat membuat dan menganalisis *single line diagram* instalasi listrik menggunakan program AutoCad.
- 3) Memberikan pemahaman tentang perhitungan menentukan kapasitas *ground tank* dan *roof tank* yang dihitung dalam *microsoft office excel*.

Beberapa perancangan instalasi listrik menerapkan rumus dan teori sebagai berikut :

- 1) Menentukan Arus Nominal

MCB (*Miniatur Circuit Box*) di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Untuk beban satu *phased* digunakan rumus:

$$I_a = \frac{P}{V_{L-N} \cdot \cos \phi} \quad (1)$$

Untuk beban tiga *phased* digunakan rumus:

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot \cos \phi} \quad (2)$$

Dimana :

I_a = Arus rating nominal (A).

V_{L-L} = Tegangan *phase-phase* (V).

V_{L-N} = Tegangan *phase-netral* (V).

$\cos \phi$ = Faktor daya.

P = Daya nyata (W).

2) Menentukan bahan instalasi Listrik

Instalasi listrik diperlukan bahan dan persiapanyang memadai. Dalam menentukan bahan dan pemasangan harus berdasarkan standar yang terkait dengan (PUIL).

a. Kabel penghantar

Penghantar listrik harus memiliki syarat dan ketentuan yaitu tahan terhadap ketahanan suhu, mekanik, elektris, dan kimia. Hal ini bertujuan untuk menekan rugi-rugi daya yang mengalir pada kabel penghantar.

b. Stop Kontak

Stop kontak merupakan kontak kecil yang di sediakan untuk menyambungkan peralatan listrik yang berkapasitas kecil sampai menengah.

c. Switch

Switch merupakan alat pemutus dan penghubung arus listrik pada beban.

d. Fitting

Fitting merupakan terminal lampu yang di rancang sedemikian rupa dan mempunyai ketahanan dan isolasi yang tinggi.

3) Menghitung Titik Lampu

Dalam menghitung titik lampu pada ruangan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times CU \times n} \quad (3)$$

Dimana: N = jumlah lampu

E = Kuat penerangan (lux)

A = Luas bidang kerja(m²)

ϕ = Lumen lampu(lm)

LLF = *light loss factor* = (0,7 – 0,8)

CU = *coeficien of utilization* = (50 – 60)%,

n = jumlah lampu dalam satu titik

* Luas bidang kerja = (Panjang x Lebar) x (Tinggi – Tinggi bidang kerja)

* CU tergantung dari warna dinding, langit-langit dan lantai.

4) Menentukan besar Arus dan Tegangan

Listrik memiliki tegangan dan arus dimana arus dan tegangan jika dialirkan pada suatu penghantar memiliki hambatan sehingga berlaku rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} , \quad (4)$$

Dimana:

I = Arus (amper).

R = Resistansi (ohm).

V = Tegangan (volt).

5) Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan edun yang saling berkaitan yaitu daya nyata dengan satuan *watt*, daya semu dengan satuan VA dan daya reaktif dengan satuan Var. dari segitiga daya tersebut didapatkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya nyata} \quad P = VI \cos \varphi \quad (5)$$

$$\text{Daya semu} \quad S = VI \quad (6)$$

$$\text{Daya reaktif} \quad Q = VI \sin \varphi \quad (7)$$

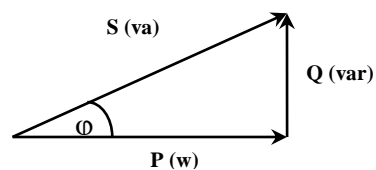
$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (8)$$

Dimana : P = Daya aktif (W).

S = Daya semu (VA).

Q = Daya Reaktif (Var).

Persamaan diatas dapat di jelaskan keterkaitan daya aktif, daya semu dan daya reaktif sebagai berikut :



Gambar 1.Segitiga daya

6) Menentukan Kapasitas Pendingin Ruangan

Menentukan kapasitas pendingin ruangan sangat di perlukan hal ini bertujuan untuk memilih jenis pendingin ruangan apa yang akan di pakai dan berapa kapasitas pendingin ruangan yang digunakan. Sehingga diambil rumus sebagai berikut :

$$BTU = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60} + (\text{jumlah orang} \times \text{kalori/orang}) = \text{Kebutuhan BTU(9)}$$

Dengan:

L = Panjang Ruangan (dalam kaki).

W = Lebar Ruangan (dalam kaki).

H = Tinggi Ruangan (dalam kaki).

E = **Nilai 16** jika dinding terpanjang menghadap utara;

Nilai 17 jika menghadap timur;

Nilai 18 jika menghadap selatan;

Nilai 20 jika menghadap barat.

I = **Nilai 10** jika ruangan berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain).

Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

* 1 meter = 3,28 kaki.

7) Penangkal Petir

Penangkal petir pada gedung khususnya gedung bertingkat sangat dibutuhkan karena, penangkal petir berfungsi untuk menangkap hasil dari besar tegangan sambaran petir yang kemudian dialirkan menuju titik netral. Hal ini bertujuan untuk melindungi gedung, manusia dan peralatan dari besar tegangan listrik akibat sambaran petir. Teori penangkal petir franklin merupakan metode lama namun untuk keandalan cukup efektif walaupun sudah ada penangkal petir elektrostatis dimana radius mencapai 157 m².

8) Menentukan *Ground Tank* dan *Roof Tank*

Air bersih yang di salurkan ke tiap peralatan *plumbing* perlu pasokan yang cukup dan stabil agar semua kebutuhan air bersih dapat terpenuhi. Maka dari itu harus ada tempat penampungan air (*ground tank* dan *roof tank*) yang memadai. Dalam menentukan kapasitas volume *ground tank* dan *roof tank* digunakan rumus :

Ground Tank :

Metode berdasarkan luasan lantai serta kepadatan hunian.

$$Q_h = Q_d / T \quad (10)$$

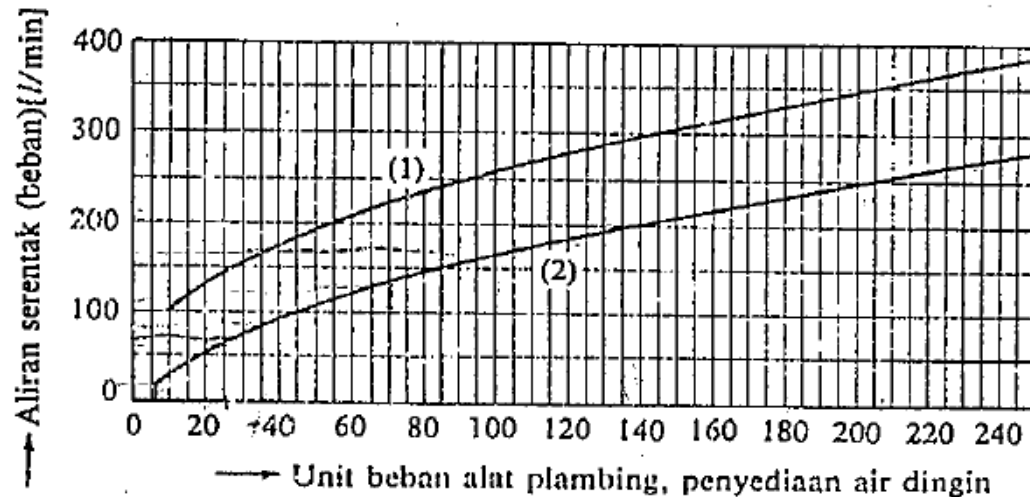
Q_d = pemakaian air rata – rata per hari (m³)

Q_h = pemakaian air rata – rata (m³/jam)

T = jangka waktu pemakaian (jam)

Roof Tank :

Kebutuhan di rencanakan berdasarkan satuan unit alat *plumbing* (*Fixture Unit*) kemudian di jumlahkan sehingga bisa di lihat berdasarkan kurva yang menunjukkan satuan alat *plumbing* terhadap kebutuhan liter per menit.



Gambar 2. Kurva unit beban alat *plumbing* dengan laju aliran air.

*Kurva (1) untuk gedung sebagian besar menggunakan katup gelontor.

*Kurva(2) untuk sisetm sebagian besar menggunakan gedung gelontor.

Tabel 1. Unit alat *plumbing*

Jenis Alat <i>plumbing</i>	Jenis Penyediaan air	Unit alat <i>plumbing</i>	
		Untuk Pribadi	Untuk umum
Kloset	Katup gelontor	6	10
Kloset	Tangki gelontor	3	5
Peturasan, dengan tiang	Katup gelontor	-	10
Peturasan terbuka (<i>Urinal stall</i>)	Katup gelontor	-	5
Peturasan terbuka	Tangki gelontor	-	3
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1
Bak cuci tangan	Keran	1	2
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran	-	3
Bak mandi rendam (<i>bath tub</i>)	Keran pencampur air dingin dan air panas	2	4
Pancuran mandi (<i>shower</i>)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4
	Kloset dengan katup gelontor	2	-
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan gedung gelontor	8	-
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	(Untuk tiap keran)	6	-
Bak cuci edung	Keran	-	2
Bak cuci pel	Keran	3	4
Bak cuci dapur	Keran	2	4
Bak cuci piring	Keran	-	5
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran air minum	3	-
Pancuran minum	Katup bola	-	2
Pemanas air		-	2

2. METODE

Metode merupakan proses yang digunakan dalam melakukan perencanaan antara lain yaitu :

1) Memahami karakteristik bangunan.

Metode ini dimaksudkan untuk menentukan kebutuhan instalasi listrik seperti stop kontak, switch, lampu, pendingin ruangan dan mengetahui berapa kapasitas pompa yang di butuhkan.

2) Menentukan gedung instalasi

Sesuai ketentuan yang dikeluarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) untuk instalasi kelistrikan harus mengpendingin ruangan pada Peraturan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011).

3) Menentukan bahan-bahan yang diperlukan

Dalam pemilihan bahan ini sangat berpengaruh pada keandalan gedung tersebut. Maka dari itu pemilihan bahan harus sesuai agar tidak menimbulkan bahaya bagi pengguna gedung tersebut dikemudian hari.

2.1 Waktu Pelaksanaan

Perancangan dan pembuatan laporan instalasi listrik Gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat diselesaikan selama tiga bulan dimana rincian waktu pelaksanaan sebagai berikut.

Tabel 2. Waktu pelaksanaan

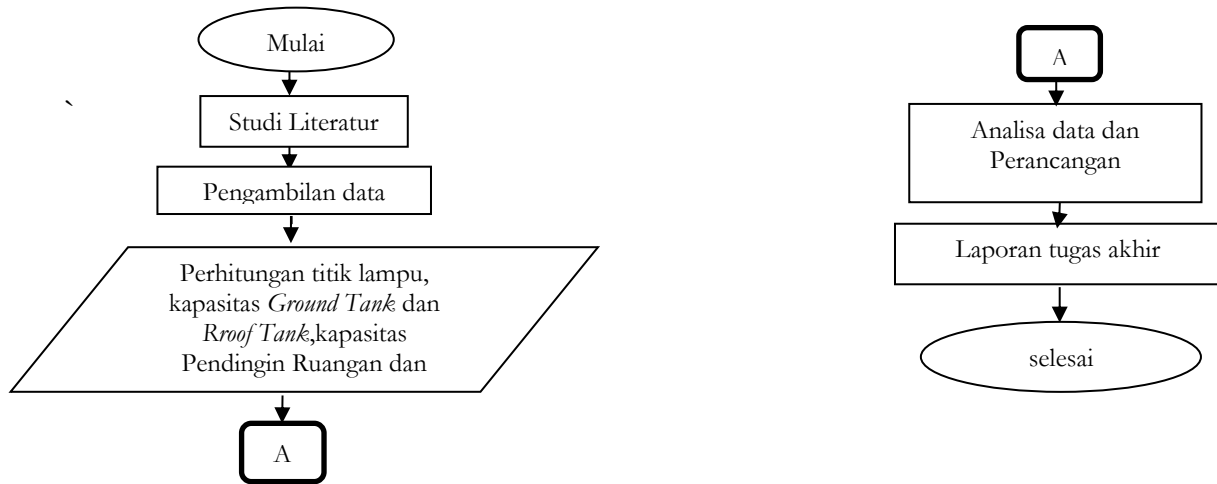
No.	Kegiatan	November				Desember				Januari			
		I	II	III	IV	I	II	III	VI	I	II	III	VI
1.	Bimbingan												
2.	Studi Literatur												
3.	Analisis Perancangan												
4.	Pembuatan Laporan												

2.2 Alat Pendukung

Dalam perencanaan instalasi listrik system Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta diperlukan alat pendukung. Untuk perhitungan daya dan beban menggunakan perhitungan secara manual. Dari keseluruhan data yang dikumpulkan, nantinya dijumlahkan, kemudian dibagi menjadi beberapa kelompok. Gambar pada perencanaan system instalasi listrik tersebut memakai aplikasi AutoCAD. AutoCAD sendiri merupakan sebuah software aplikasi yang dipakai sebagai penunjang pembuatan Gambar 2D.

2.3 Diagram Alir Penelitian

Sistem alur pelaksanaan pembuatan tugas akhir dapat dilihat pada gambar 2.berikut :



Gambar 3.Diagram alir perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah tempat perkuliahan yang membutuhkan fasilitas penunjang kegiatan aktifitas gedung tersebut antaralain menyangkut daya listrik yang dibutuhkan. Gedung yang terdiri dari tiga lantai dengan luasan total 750m² dimana lantai 1 seluas 250 m², lantai 2 seluas 250 m², lantai 3 seluas 250m².

3.1 Perhitungan titik lampu

1) Ruang Kelas 1.1

Panjang ruangnya 7m x lebar 5 m, tinggi bidang kerjanya adalah 3.2 m, dan ruang tersebut memakai lampu 2 x TUBE LED 18 Watt , dimana dua lampu memancarkan cahaya sebesar 2600 lumen. Dimana kuat penerangan 250 lux. Sehingga dapat diambil rumus persamaan (3) dengan $A = P \times L \times H = 7 \times 5 \times 3.2 = 112 \text{ m}^2$ maka,

$$N = \frac{250 \times 112}{2600 \times 0,8 \times 0,5 \times 2} = 8,615 \text{ titik lampu}$$

*Pembulatan menjadi 9 (di belakang koma $\geq 5 = 1$, $\leq 5 = 0$)

Sehingga Ruang Staf didapatkan 9 lampu dengan ukuran 2 x TUBE LED 18 Watt untuk menerangi ruangan tersebut.

2) Ruang Lainnya

Titik lampu ruangan lainnya pada tiap lantai prinsipnya sama dengan penentuan titik lampu pada ruang staff. Lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

3.2 Stop Kontak

Kapasitas stop kontak pada setiap ruang dibatasi MCB6 A sehingga:

Lantai 1 = 36 A

Lantai 2 = 36 A

Lantai 3 = 24 A

Instalasi stop kontak dengan instalasi penerangan di sini dipisah, ini dimaksudkan untuk mencegah tidak adanya sumber listrik ketika instalasi lampu terjadi gangguan hubung singkat. Pada saat ada gangguan pada salah satu instalasi masih ada daya cadangan pada instalasi yang lain.

3.3 Kapasitas Pendingin ruangan

Perhitungan pendingin ruangan diketahui panjang, lebar dan tinggi nantinya akan dihitung, kemudian dikonversi menjadi satuan kaki (*feet*), dimana 1 meter = 3,28 kaki.

1) Ruang Kelas 1.1

Ruangan ini mempunyai panjang (L) = 7 m = 22,96 kaki, lebar (W) = 5 m = 16,4 kaki, tinggi (H) = 4 m = 13,12 kaki, berinsulasi (I) = 10 dan nilai E = 20 dan terdapat 25 orang dimana satu orang memiliki 600 kalori. Sehingga dapat diambil rumus (9) sehingga,

$$BTU = \frac{22,96 \times 16,4 \times 13,12 \times 10 \times 20}{60} = 16467 \text{ BTU}$$

Maka pada ruang staff dibutuhkan kapasitas Pendingin ruangan yang dapat menghasilkan 16.467 BTU, maka

$$BTU_{\text{tot}} = BTU + (\text{jumlah orang} \times \text{kalori}) = 16467 + (25 \times 600) = 31467 \text{ BTU}$$

Jadi digunakan Pendingin ruangan jenis split dengan ukuran 2,5 PK (24000 BTU) dan 1/4 PK (7000 BTU) untuk memenuhi kebutuhan BTU pada Ruangan tersebut. Sedangkan pada ruangan lain yang membutuhkan pendingin ruangan juga menggunakan rumus yang sama ini dapat dilihat pada lampiran.

3.4 Ground Tank Dan Roof Tank

Gedung yang berfungsi sebagai sekolah atau perkuliahan mempunyai kebutuhan 80 liter/hari dengan luas total gedung 750 m² dengan jumlah penghuni mencapai 345 orang. Maka dapat diambil rumus :

$$\text{Kebutuhan air bersih} = \text{total orang} \times 80 \text{ liter/orang/hari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 345 \times 80 \\
 &= 27600 \text{ liter/hari} \\
 &= 27,6 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Otonom day selama 2 hari jadi:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah kebutuhan} \times 2 &= 27,6 \times 2 \\
 &= 55,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Safety factor } 10\% = 55,2 + 5,52 = 60,72 \text{ m}^3$$

Total kapasitas *ground tank* adalah 60,72 m³ dengan dimensi 4 x 5 x 3,05 m.

Kapasitas *roof tank*

Lantai 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Closet} &= 10 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Spray} &= 2 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Urinal} &= 5 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Wastafel} &= 2 \text{ FU} \times 2 \text{ unit} \\
 \text{Total} &= 53 \text{ FU}
 \end{aligned}$$

Lantai 2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Closet} &= 10 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Spray} &= 2 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Wastafel} &= 2 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Total} &= 42 \text{ FU}
 \end{aligned}$$

Lantai 3 :

$$\begin{aligned}
 \text{Closet} &= 10 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Spray} &= 2 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Wastafel} &= 2 \text{ FU} \times 3 \text{ unit} \\
 \text{Total} &= 42 \text{ FU}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{total alat } \textit{plumbing} &= \text{lantai 1} + \text{lantai 2} + \text{lantai 3} \\
 &= 53 + 42 + 42 \\
 &= 137 \text{ FU} \\
 &= 297 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan waktu tamping *roof tank* selama 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{kapasitas } \textit{roof tank} &= \text{jumlah total alat } \textit{plumbing} \times \text{waktu tamping roof tank} \\
 &= 297 \times 30 \\
 &= 8910 \text{ liter} \\
 &= 8,91 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi total kapasitas roof tank 8.91 m^3 sehingga bak penampungan berdasarkan yang ada di pasaran menggunakan 9000 liter.

3.5 Water pump

Kebutuhan air yang disuplai pada gedung ini memakai sebuah *ground tank* dengan kapasitas $60,72 \text{ m}^3$ dan sebuah *roof tank* sebesar $8,91 \text{ m}^3$, maka dari itu dipilih sebuah *water pump* yang dapat mensuplai *ground tank* dan *roof tank*. Untuk mengisi air bersih pada *ground tank* dipakai *Sumersible* berkapasitas 9,2 kW dengan kapasitas pengisian $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan tinggi mencapai 75 m. Dengan menggunakan *Sumersible*, *ground tank* terisi penuh selama 2,5 jam.

Untuk mengisi *roof tank* digunakan pompa transfer berkapasitas 3 kW dimana debit air 700 liter per menit dimana ketinggian mencapai 30 meter. Pompa transfer dapat mengisi penuh *roof tank* dalam waktu 13 menit.

3.6 Pembagian Daya Listrik

3.6.1 SDP Tiap Lantai

1) SDP Lantai 1

Beban Lampu :

- a. *Phase R* = 3,84 A
- b. *Phase S* = 3,68 A
- c. *Phase T* = 4,60 A

Beban Stop Kontak

- a. *Phase R* = 12 A
- b. *Phase S* = 12 A
- c. *Phase T* = 12 A

Beban Pendingin ruangan

- a. *Phase R* = 20,94 A
- b. *Phase S* = 18,95 A
- c. *Phase T* = 20,94 A

Kapasitas arus listrik pada keseluruhan SDP (*Sub Distribution Panel*) lantai 1 sebesar 112,76 A dimana *phase R* = 35,97 A, *phase S* = 37,93 A dan *phase T* = 38,86 A.

Dipakai pengaman MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 phase dengan ukuran 40 A dan jenis kabel penghantar NYY dengan ukuran $4 \times 10 \text{ mm}^2$ yang dapat mengalirkan arus sampai 80 Amper.

2) SDP Lantai 2

Beban Lampu :

- a. *Phase R* = 4,60 A

- b. *Phase S* = 3,78A
- c. *Phase T* = 3,43A

Beban Stop Kontak

- a. *Phase R* = 12A
- b. *Phase S* = 12A
- c. *Phase T* = 12A

Beban Pendingin ruangan

- a. *Phase R* = 22,25A
- b. *Phase S* = 22,25A
- c. *Phase T* = 22,25A

Kapasitas arus pada keseluruhan SDP (*Sub Distribution Panel*) lantai 2 sebesar 114,57 dimana *phase R* = 38,86A, *phase S* = 38,04 A dan *phase T* = 37,68A.

Dipakai pengaman MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 *phase* dengan ukuran 40 Adengan kabel penghantar jenis NYY dengan ukuran 4 x 10 mm² yang mana kabel tersebut dapat menghantarkan arus sampai 80 Amper.

3) SDP Lantai 3

Beban Lampu :

- a. *Phase R* = 3,58A
- b. *Phase S* = 2,71A
- c. *Phase T* = 4,24A

Beban Stop Kontak

- a. *Phase R* = 6A
- b. *Phase S* = 12A
- c. *Phase T* = 6A

Beban Pendingin ruangan

- a. *Phase R* = 11,66A
- b. *Phase S* = 7,42A
- c. *Phase T* = 10,60A

Kapasitas arus pada keseluruhan SDP (*Sub Distribution Panel*) lantai 3 sebesar 64,20 dimana *phase R* = 21,24 A, *phase T* = 22,1 A dan *phase T* = 20,84 A.

Dipakai pengaman MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 *phase* dengan ukuran 30 A dan kabel penghantar jenis NYY dengan ukuran 4 x 4 mm² yang mana kabel dapat mengalirkan arus sampai 34 Amper.

3.6.2 SDP Water pump

1) *Sumersible 3 phase* dengan daya 9,2 kW

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L - L \cdot \cos \phi} = \frac{9200}{\sqrt{3} \cdot 3800,8} = 17,47 A$$

Jadi pengaman MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) dipilih ukuran 20 Ampere dan jenis kabel NYM dengan Ukuran 4 x 2,5 mm² dengan kemampuan hantar arus sampai 25 Amper.

2) Pompa transfer 3 *phase* dengan daya 3 kw

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L - L \cdot \cos \phi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 3800,8} = 2,47 A$$

Jadi pengaman MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) dipilih dengan ukuran 6 Amper 3 *phase* dan jenis kabel NYM dengan Ukuran 4 x 1,5 mm² dengan kemampuan hantar arus sampai 18,5 Amper.

Dari jumlah total pompa dipakai pengaman MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) 3 *phase* dengan ukuran 25 Amper dengan kabel penghantar NYY 4 x 4 yang dapat menghantarkan arus sampai 34 A.

Total arus dari MDP (*Main Distribution Panel*) digunakan untuk menentukan pemasangan daya pada gedung AL Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai berikut :

Jumlah total dari arus tiap *phase* lantai 1, lantai 2, lantai 3 dan pompa yaitu *phase* R = 116A, *phase* S = 117,50 dan *phase* T = 116,78. Sehingga pengaman utama menggunakan MCCB 3 *phase* dengan ukuran 125A, merujuk pada standarisasi layanan daya yang tersambung dari PLN adalah 82000 VA.

Panel utama atau MDP (*main distribusi panel*) merupakan sebuah tempat pembagian beban awal sebelum menuju SDP (*Sub Distribution Panel*). Dapat dikatakan MDP berfungsi sebagai panel pembagi utama yang mampu menahan beban pada lantai 1, lantai 2, lantai 3, dan panel pompa. Untuk proteksi utama pada MDP menggunakan MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) 3 *phase* dengan kapasitas 125 Amper dengan penghantar jenis NYY dimana luas penampang 4 x 35 mm² yang dapat menghantarkan arus mencapai 131 Amper, sedangkan sebelum ke SDP (*Sub Distribution Panel*) tiap lantai, di beri pengaman MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) dengan

kapasitas 50 A untuk lantai 1 dan 2 dengan jenis kabel NYY 4 x 10 mm² yang dapat menghantarkan arus sampai 60A. Sedangkan pada lantai 3 menggunakan MCCB 3 *phase* dengan kapasitas 40A dengan kabel penghantar NYY 4 x 6 mm² dapat menghantarkan arus sampai 43A.

3.7 Penangkal Petir

Gedung memiliki panjang 20 m, lebar 10 m, tinggi 13,5 m, yang memiliki luasan sebesar 270m². Dibutuhkan penangkal petir yang mampu melindungi gedung dari sambaran petir, dipilihlah penangkal petir jenis elektrostatis karena, penangkal petir jenis franklin merupakan penangkal petir konvensional yang murah dan cukup efektif. Sistem ini memanfaatkan batang splitzer yang runcing dimana petir akan menyambar ujung splitzer terlebih dahulu dan kemudian ditanahkan oleh elektroda melalui kabel penghantar. Sistem ini mempunyai sudut jangkauan 45⁰ dimana luas cakupannya hanya berkisar 2 – 4 m, untuk itu dipasang 7 splitzer untuk melindungi gedung dari sambaran petir.

4. PENUTUP

Perancangan dan analisa instalasi listrik Gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakartamaka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Perancangan instalasi listrik pada bangunan ini menggunakan nilai $\cos \phi$ 0,8 agar dalam menentukan rating pengaman MCB lebih efektif.
- Perhitungan menentukan titik lampu menggunakan rumus $N = (\text{kuat penerangan} \times \text{luas bidang keraj}) / (\text{lumen lampu} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n)$ dan untuk daya $P = V \times I$ atau $= \frac{V}{P}$. Sehingga dari perhitungan tersebut pengaman arus menggunakan MCB 4Amper, untuk stop kontak menggunakan MCB 6Amper dan untuk Pendingin ruangan menggunakan MCB 16Amper.
- Untuk pengaman arus tiap lantai gedung Al Ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan MCCB 3 *phase* 40Amper dengan jenis penghantar NYY dengan ukuran 4 x 10 mm² yang dapat menghantarkan arus 80 Amper.
- Kebutuhan daya dari PLN untuk menyuplai gedung al ma'had Universitas Muhammadiyah Surakarta mencapai 82000VA, menggunakan pengaman utama MCCB 3 *phase* dengan ukuran 125 Amper dan penghantar jenis NYY dengan ukuran 4 x 35 mm² yang dapat menghantarkan arus sampai 131 Amper.
- Kapasitas *ground tank* menampung air adalah 60,72 m³ dengan dimensi 4 x 5 x 3,05 m.
- Kapasitas *roof tank* menampung air selama 30 menit mencapai 8,91 m³.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada allah SWT, yang telah memberikan rahamat dan hidayahNYA. Terimakasih kepada kedua orang tua yang memberikan semangat dan motivasi menuju kebenaran. Sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan kendala yang tidak berarti. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing bapak Hasyim Asy'ari yang telah memberikan banyak arahan dan masukan. Taklupa juga kepada teman – teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kumar S. Prahat&Alzubaidi Safaa. (2011). *“Study On Improving The Energy EfficiencyOf Office Building’s Lighting System Design”*. Dubai : IEEE GCC Conference and Exhibition (GCC).
- Noerbambang, Soufyan M & Morimura Takeo (2005).perancangan dan pemeliharaan sistem *plumbing*.
- PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) (2011), BSN, Jakarta.
- Susanto.(2016). Perancangan Instalasi Listrik Gedung Polda Manukwari Papua Barat. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sumardjati prih dkk.(2008). Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1 Untuk Sekolah Menengah Kejuruan.
- Wang lie & Liete Vernanda. (2016). *“Formalized knowledge representation for spatial conflict coordination of mechanical, electrical and plumbing(MEP) systems in new building projects”*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/autcon.